



## ARTYKUŁY NAUKOWE

## Formacja grabowska – podstawowa jednostka litostratygraficzna kajpru Górnego Śląska

Joachim Szulc<sup>1</sup>, Grzegorz Racki<sup>2,3</sup>

J. Szulc



G. Racki

**Grabowa Formation – the basic lithostratigraphic unit of the Upper Silesian Keuper.** Prz. Geol., 63: 103–113.

*Abstract.* Lithostratigraphic division of the Upper Silesian Keuper continental succession belongs to abandoned matters, even if newly-discovered sites with unique vertebrate faunas highlight an increasing request to more precise designation of their stratigraphic setting. As a result of multidisciplinary grant and with a guide use of new borehole sections, a major lithostratigraphic unit is formally proposed for the middle Keuper (i.e., above the Schilfsandstein; Stuttgart Formation in Stratigraphische Tabelle von Deutschland, 2002), based on previously inaccurately used unit, Grabowa Formation of Bilan (1976). The re-defined Formation of Variegated Mudstones and Carbonates from Grabowa includes Upper Gypsum Beds and Steinmergelkeuper in traditional scheme from Germany (=Weser and Arnstadt Formations),

and generally correlates with the Norian stage. Two bone-bearing horizons (Krasiejów and Lisowice) are placed within the unit, which is completely subdivided in three members: Ozimek (mudstone-evaporate), Patoka (marly mudstone-sandstone) and Woźniki (limestone).

**Keywords:** Upper Triassic, Upper Silesia, lithostratigraphy, Grabowa Formation, vertebrate sites

Nadrzędnym celem projektu pt. „Ewolucja środowisk lądowych kajpru Górnego Śląska jako biotopów kręgowców”, realizowanego w latach 2009–2013 pod kierunkiem G. Rackiego, było wszechstronne opracowanie kontynentalnej sukcesji górnego triasu Górnego Śląska (Racki, 2010). Chodziło przede wszystkim o stworzenie czasowo-środowiskowej osnowy niezbędnej do badań ewolucji unikatowych biocenoz kręgowców (w tym pierwszych dinozaurów), występujących w rozproszonych odsłonięciach w pasie wychodni o długości 80 km (np. Krasiejów i Lisowice–Lipie Śląskie; ryc. 1). Coraz lepiej poznawane cmentarzyska typu Lagerstätten mają trudną do przecenienia wartość naukową, ale ich znaczenie obniża wciąż niepewna pozycja stratygraficzna i facjalna – konsekwencją tego stanu rzeczy są przede wszystkim różne poglądy na temat wieku i warunków depozycji utworów z ww. stanowisk (np. Dzik i in., 2000, 2008; Szulc, 2005, 2007; Szulc i in., 2006; Dzik & Sulej, 2007; Gruszka & Zieliński, 2008; Bodzioch & Kowal-Linka, 2012; Pacyna, 2014; Pieńkowski i in., 2014; Świło i in., 2014).

Profil kajpru śląskiego, obejmujący w głównej mierze pstre, pozbawione skamieniałości (patrz Bilan, 1991), drobnoziarniste utwory silikoklastyczne, z wkładkami gruboziarnistymi, ewaporatowymi i węglanowymi, jest wciąż niedostatecznie opracowany pod względem stratygraficznym. Większość propozycji stratygraficznych ma mieszany lito- i bio- (lub allo-) stratygraficzny charakter, niezgodny z zasadami kodeksu stratygrafii (Alexandrowicz i in., 1975; Racki & Narkiewicz, 2006; patrz Senkowiczowa, 1980). Termin „retyk” wciąż bywa używany w sensie litostratygraficznym (= retyk *sensu polonico*; Bachmann & Beutler,

2007). Podziały te były zawarte, między innymi, w objaśnieniach arkuszy Mapy Geologicznej Polski (np. Haisig i in., 1983), a najbardziej szczegółowy z nich, S. Kotlickiego, pozostał w formie opracowania archiwalnego (Kotlicki, 1995). Warunkiem wstępnym dalszego postępu pozostaje zatem niezmiennie wprowadzenie sformalizowanego schematu litostratygraficznego grupy kajpru. Celem niniejszego artykułu jest właśnie zdefiniowanie podstawowej jednostki środkowego kajpru, zawierającego koncentracje kostne, w randze formacji. Pełna prezentacja tego podziału litostratygraficznego i jego aspektów facjalno-stratygraficznych (Szulc i in., w druku a), w dużej mierze oparta na nowych pełnordzeniowanych profilach otworów wiertniczych (ryc. 1), będzie kluczowym elementem tematycznego numeru Annales Societatis Geologorum Poloniae pod redakcją autorów niniejszej publikacji, zawierającego podstawowe wyniki wspomnianego na wstępie projektu. Również wiek stanowiska w Lisowicach–Lipiu Śląskim jest przedmiotem osobnej publikacji (Szulc i in., w druku b).

### FORMACJA PSTRYCH MUŁOWCÓW I WĘGLANÓW Z GRABOWEJ

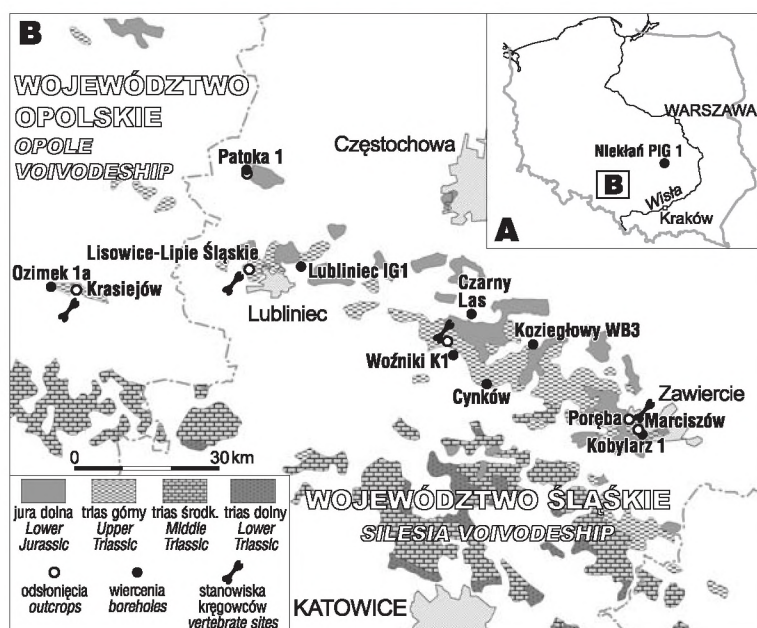
W ramach projektu ograniczono się do wprowadzenia czterech formalnych jednostek litostratygraficznych kajpru, kluczowych dla określenia pozycji wiekowej stanowisk z fauną kręgowców: formacji z Grabowej i jej trzech ogniw w kolejności stratygraficznej: z Ozimka, z Patoki i woźnickiego (ryc. 2). W nowym ujęciu, formacja pstrych mułowców i węglanów z Grabowej jest jednostką względnie łatwą do wyróżnienia w kartowaniu geologicznym opar-

<sup>1</sup> Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Oleandry 2a, 30-063 Kraków; joachim.szulc@uj.edu.pl.

<sup>2</sup> Instytut Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy w Krakowie, Senacka 1, 31-002 Kraków.

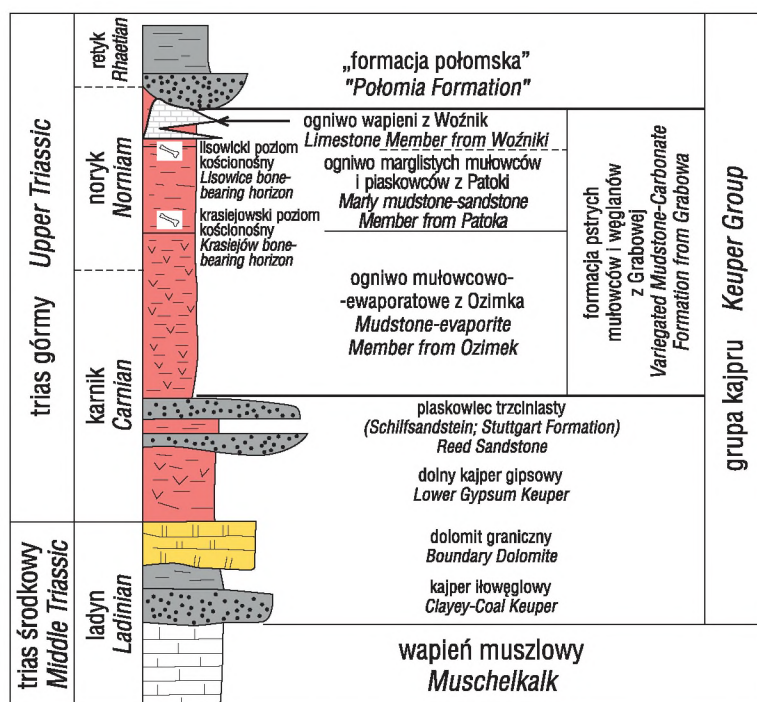
<sup>3</sup> Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; grzegorz.racki@us.edu.pl.





Ryc. 1. Lokalizacja kluczowych odsłoneń i otworów wiertniczych kajpru górnośląskiego w Polsce (A) i na tle mapy geologicznej utworów triasu i dolnej jury Górnego Śląska (B)

Fig. 1. Location of key Upper Silesian Keuper outcrops and boreholes in Poland (A) and against the geological map to show surficial distribution of Triassic to Lower Jurassic strata in Upper Silesia (B)



Ryc. 2. Schematyczny profil górnego triasu Górnego Śląska i jego – częściowo sformalizowany (w wyższej części) – podział litostratygraficzny (miąższości nie są w skali; zmienione wg Jewuła, 2010, ryc. 4)

Fig. 2. Schematic section of the Upper Triassic of Upper Silesia and its partly formal (in higher part) lithostratigraphic subdivision (thickness is not to scale; changed after Jewuła, 2010, Fig. 4)

tym na kryteriach makroskopowych, o granicach zdefiniowanych przez przejście w szare uławiczone utwory mułowcowo-piaskowcowe piaskowca trzciniaстого (obecnie formacji stuttgartarckiej [W:] Stratigraphische Tabelle von Deutschland, 2002) w spąg i niezgodność erozyjną poniżej serii

gruboklastycznej w stropie. W nazwie jednostki dominujące drobnoziarniste utwory silikoklastyczne określono ogólnie jako mułowce, choć w wielu partiach sukcesji mają miejsce ciągle przejścia w osady ilowcowe. Należy podkreślić, że wobec dużej zmienności obocznej i pionowej, określenie pozycji fragmentarycznych profili (np. zdominowanych przez piaskowce) nie jest możliwe bez poznania dłuższych odcinków sukcesji (patrz Szulca i in., w druku b).

Zgodnie z wnioskami Szulca (2007), stanowiąca kregowców, z bogatym materiałem roślinnym i fauną małży (Dzik i in., 2008; Jewuła, 2010; Raczyński, 2010; Pacyna, 2014), ujęto w dwa nieformalne poziomy w dużej mierze potwierdzone nowymi lub zrewidowanymi przez Fijałkowską-Mader i Heunisch (Fijałkowska-Mader i in., w druku) datowaniami palynostratygraficznymi oraz przesłankami mineralogicznymi i chemostratygraficznymi (Środoń i in., 2014; Szulca i in., w druku a, b): **krasiejowski poziom brekcji kostnych** (ograniczony do tego odsłonięcia kajpru) i znacznie szerzej rozprzestrzeniony **lisowski poziom kościonośny**, znany z szeregu wystąpień położonych bardziej na wschód (ryc. 1B).

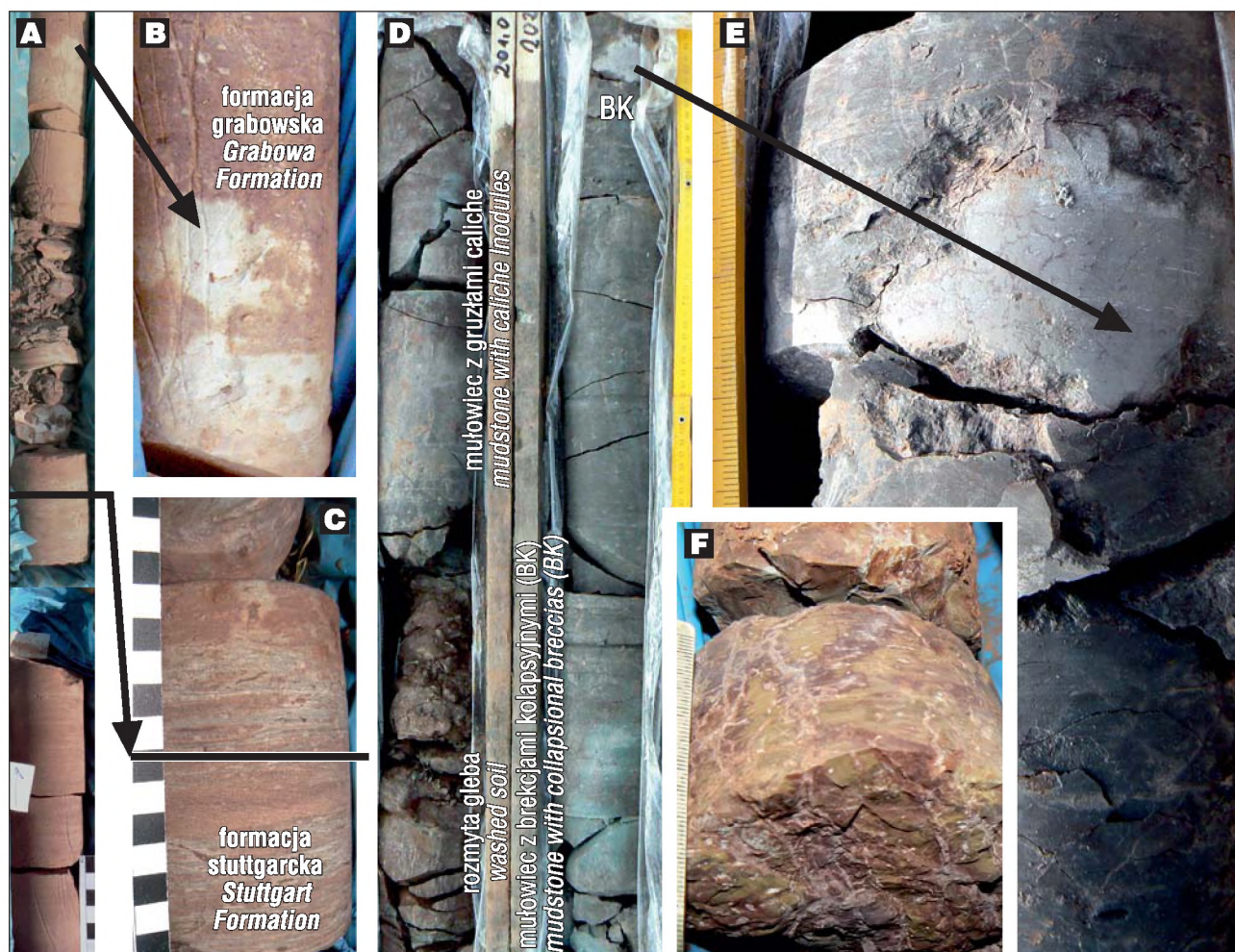
**Definicja:** zespół pstrych osadów mułowcowo-ilowcowych, o miąższości przekraczającej miejscami 175 m (maksymalnie do około 400 m), na ogół marglistych i z licznymi wkładkami jasnych wapieni (w części wyższej sukcesji), a także piaskowców i skał grubookruchowych (ryc. 3–6). Charakterystyczne podrodne składniki to rezydualne zwirowce węglanowe („brekcja lisowska”) oraz ciemne poziomy wzbogacone w materiał roślinny, rzadziej z akumulacjami kostnymi i sporadycznymi wkładkami muszlowcowymi.

**Pochodzenie nazwy:** od wsi Grabowa, leżącej około 15 km na NW od Olkusza.

**Dotychczasowe nazewnictwo:** jednostka została pierwotnie opisana przez Bilana (1976) jako formacja grabowska z rejonu olkusko-chrzanowskiego, obejmująca zróżnicowane utwory zaliczane wówczas do niższego retyku. W proponowanej rewizji jest to jednak wydzielenie znacznie szersze, gdyż obejmuje też stratygraficznie niższe ogniwo ilowców z Kluczy formacji bolesławskiej, a nadto „wyższe osady retyku” w rozumieniu Bilana (1976). W podziale Kotlickiego (1995), jego ekwiwalenty to margiel z Lublińca (og) (= górne warstwy gipsowe) z formacji bolesławskiej oraz formacje: grabowska i wojsławicka (patrz ryc. 7).

W szerokiej skali regionalnej, ten fragment profilu triasu górnego był opisywany m.in. jako warstwy gorzowskie (Znosko, 1955; Jakubowski, 1977), retyckie cyklotemy RI–RII (zawierciański, lisowski, warciański i woźnicki; Grodzicka-Szymanko, 1978; por. Grodzicka-Szymanko & Orłowska-Zwolińska, 1972, Deczkowski i in., 1997), asocjacja osadów czerwonych (Pieńkowski, 1988) i zespół wapienia woźnickiego (Szulca i in., 2006). Termin „formacja grabowska” był ostatnio używany jako jednostka kajpru całego regionu śląskiego i ekwiwalent





**Ryc. 3.** Stratotyp dolnej granicy formacji grabowskiej w profilu Woźniki K1 (głęb. 68,8 m, A–C; ryc. 5), w stropie czerwonej, smużyście warstwowej ławicy mułowcowo-piaszczysto-łyszczykowej, oraz typowe odmiany litologiczne z relikami ewaporatów: ciemne mułowce z poziomami glebowymi i brekcjami kolapsyjnymi (dolna część ogniwa z Patoki; Patoka 1, głęb. 201–203 m; D–E) i mułowiec z gipsem żyłkowym (ogniwo z Ozimka; Woźniki K1, głęb. 62,5 m; F). Strzałki wskazują powiększone fragmenty rdzenia  
**Fig. 3.** Stratotype of lower boundary of the Grabowa Formation in the section of Woźniki K1 borehole (depth 68.8 m, A–C; Fig. 5), at the top of red, flaser-bedded silty-sandy-miceous layer, and typical lithologies of evaporite relics: dark mudstones with soil levels and collapse breccias (lower part of Patoka Member; Patoka 1; depth 201.0–203.0 m; D–E) and mudstone with veined gypsum (Ozimek Member; Woźniki K1, depth 62.5 m; F). Arrows indicate enlarged portions of the core

Steinmergelkeuper ze środkowego kajpru niemieckiego (Becker i in., 2008; „Grabow Formation” w Szulc, 2007, ryc. 37 i Franz, 2008, s. 32; patrz ryc. 7).

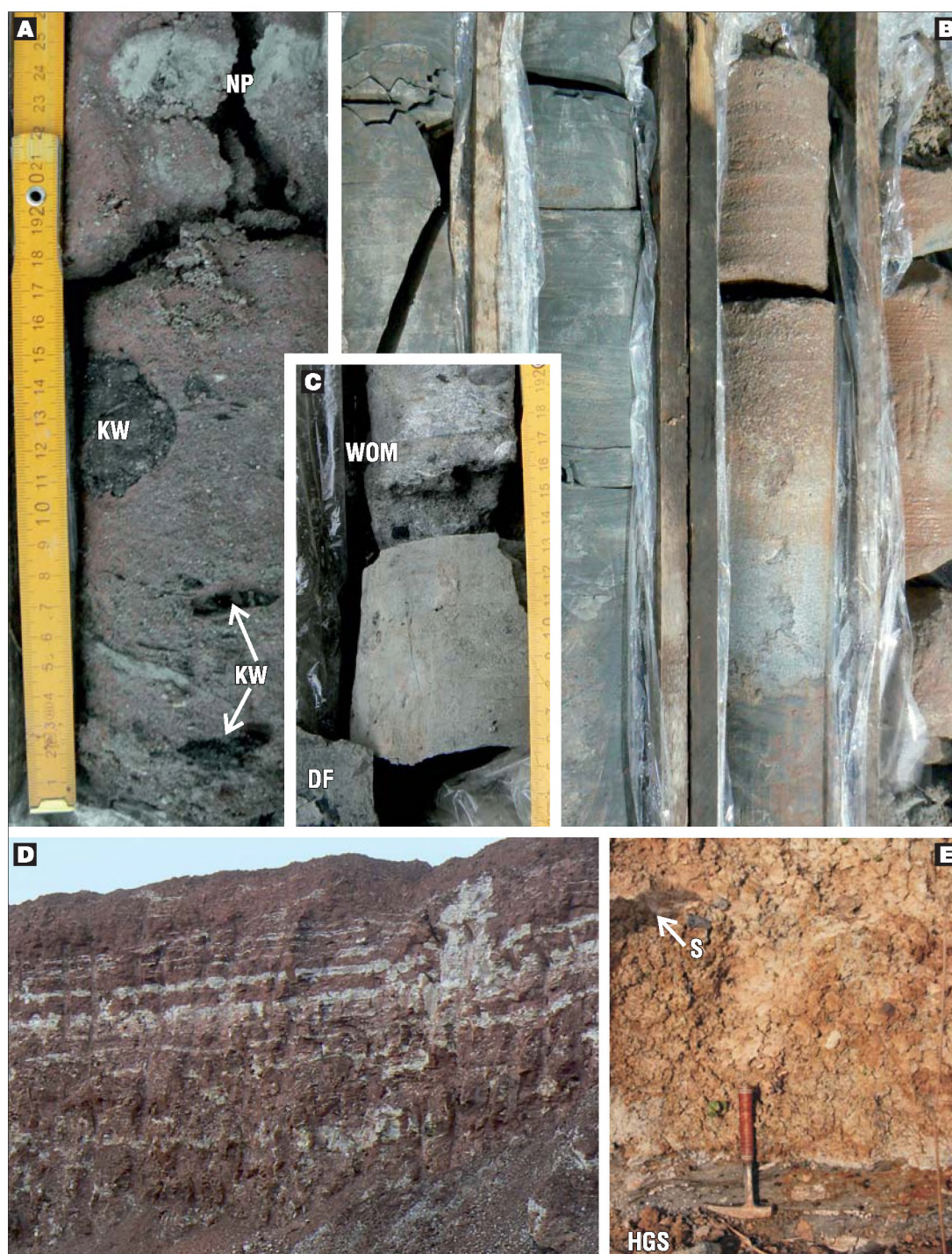
**Zespół stratotypów:** Obszarem typowego wykształcenia formacji jest rejon między Olkuszem a Lublińcem, ale w odsłonięciach (Krasiejów, Lipie Śląskie, Patoka, Woźniki) widoczne są tylko małe fragmenty sukcesji. Otwór wiertniczy Woźniki K1 jest reprezentatywny dla dolnej części sukcesji (ryc. 5). Prawie kompletny profil jednostki można obserwować w reperowych profilach Koziegłowy WB-3 i Patoka 1, ale z granicą erozyjną w stropie – brak jest możliwości innego wyboru stratotypu górnej granicy (por. Pieńkowski, 1988; Kotlicki, 1995; patrz niżej).

**Opis:** miększa i silnie zmienna obocznie seria pstrych i „plamistych” osadów mułowcowo-iłowcowych (ryc. 3–6), złożona w dużej mierze z licznych cykli mułowcowo-węglanowych (patrz charakterystyka mineralogiczna i geochemiczna w: Śnieżek, 1986; Bzowska & Racka, 2006; Środoń i in., 2014; por. Brański, 2014). Towarzyszą im liczne soczewkowate wkładki piaskowców i źle wysortowanych zlepieńców (ryc. 4A i B; dane petrograficzne w: Jakubowski, 1977), tworzących na ogół nieregularne cykle

proste (Pieńkowski, 1988; Pieńkowski i in., 2014). Jewuła (2010) wyróżnił dwie typowe asocjacje facjalne, różniące się obecnością masywnych żwirowców wadoidowych lub piaskowców kwarcowych (masywnych i przekątnie warstwowanych) poniżej mułowców laminowanych, przechodzących w masywne.

Istotny element, zwłaszcza w wyższej części formacji, stanowią w niektórych profilach urozmaicone węglany: odmiany jasnego mikrytowego wapienia woźnickiego (Szulc i in., 2006), m.in. stromatolity i wapienie onkolitowe (z wkładkami muszlowcowymi, ryc. 4C; por. ryc. 6G i 7G w: Szulc i in., 2006 i ryc. 2, 3 w: Racki, 2010), ponadto margle, wapienie margliste, dolomity i gipsy (ryc. 6B). Charakterystycznym, ale podrzędnym i nie wszędzie rozpoznawalnym (np. w Patoce), składnikiem litologicznym formacji są właśnie ewaporaty w części dolnej (= ekwiwalenty górnych warstw gipsowych) – głównie rozproszone kryształy oraz agregaty i żyłki włóknistego gipsu (często tylko ich pseudomorfozy i brekcje z rozpuszczania; ryc. 3E, F). Sporadycznie występuje anhydryt i celestyn z wrostkami barytu (Krasiejów, ryc. 6A; Szulc, 2005; Bzowska & Racka, 2006).





**Ryc. 4.** Typy litologiczne marglistego ogniwa mułowcowo-piaskowcowego z Patoki, ekwiwalentu środkowokajprowej facji Steinmergelkeuper. **A** – ciemna partia zlepieńcowato-piaskowcowa z klastami węgla (KW) i siwych mułowców, w części górnej – węglanowa nodula pedogeniczna (NP) w poziomie glebowym, Patoka 1, głęb. 159,00–159,25 m; **B** – ciemne laminowane mułowce przechodzące ku górze w brunatne, częściowo skośnie warstwowane piaskowce ze żwirami; Patoka 1, głęb. 138,5–143,0 m; **C** – typowe litologie kościonośnego poziomu lisowickiego: szary mułowiec z detrytusem flory (DF) poniżej 10 cm wkładki wapienia onkoidowego, z drewnem i skorupami małży (WOM; por. ryc. 2 w: Racki, 2010); Kobylarz 1, głęb. 7,00–7,25 m; **D–E** – zróżnicowanie najwyższej części ogniwa z Patoki w odkrywcę cegielni Patoka: seria brunatnych mułowców z jasnymi wkładkami kaolinitowymi w przystropowej części profilu, przypuszczalnie zaburzona glacitektonicznie (**D**; wysokość ściany około 5 m), oraz wzbogacona w syderyty i przeważnie zwęgloną makroflorę część środkowa (**E**; S – konkretje syderytowe, HGS – horyzont z gagatami i syderytom)

**Fig. 4.** Lithological varieties of Marly Mudstone-Sandstone Member from Patoka, equivalent of middle Keuper Steinmergel facies. **A** – dark conglomerate-sandstone succession with coal clasts (KW) and grayish mudstones, in the upper part – pedogenic carbonate nodules (NP) the soil level, Patoka 1, depth 159.00–159.25 m; **B** – dark laminated mudstones, passing upward in brown, partly bedded sandstones with gravels; Patoka 1, depth 138.5–143.0 m; **C** – typical lithologies of the bone-bearing Lisowice horizon: gray mudstones with plant debris (DF), below the 10 cm thick oncoidal limestone parting with wood and bivalve valves (WOM; see Fig. 2 in: Racki, 2010); Kobylarz 1, depth 7.0–7.25 m; **D–E** – variation in the highest part of the Patoka Mbr in the pit of Patoka Brickyard: brown mudstone series in the topmost part of the profile with light kaolinite intercalations, probably glacitectonically disturbed (**D**; the height of the walls about 5 m), and the middle portion, enriched with siderites and mostly coalified macrofloral remains (**E**; S – sideritic concretions, HGS – horizon with gagates and siderites)



Pospolicie spotykane są grubookruchowe osady wapienne, znane jako „brekcja lisowska” (np. Roemer, 1870; Śliwiński, 1964; Bilan, 1976); występują one w formie przewarstwień o spoiwie ilasto-wapnistym lub ilasto-żelazistym, o miąższości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów (maksymalnie 3 m – Bilan 1976, s. 45). W opinii Szulca (2005, 2007) te poziomy zwirowców są zbudowane z redeponowanych konkrecji glebowych (wadoidów) i nie mają wartości korelacyjnej.

Rzadko spotykaną odmianę stanowią szare i ciemne zespoły mułowcowo-piaszczyste, osiągające maksymalnie kilkanaście metrów miąższości (w Lipiu Śląskim, ryc. 5 w: Szulc i in. 2006; por. ryc. 3D), wzbogacone w sieczkę roślinną, materiał węglisty (ryc. 4C), a nawet w pnie drzew (Poręba, Marciszów, Lipie Śląskie, Patoka; ryc. 4A, B; Jewuła, 2010; Sulej i in., 2012; Pieńkowski i in., 2014). Poziom lisowski obejmuje głównie tego typu utwory (Szulc i in., 2006; Szulc, 2007; Dzik i in., 2008). W przystropowej części sukcesji częste są także konkrecje sydereytowe (Grodzicka-Szymanko & Orłowska-Zwolińska, 1972; Pieńkowski, 1988), stwierdzone obecnie tylko w Patoce (ryc. 4E).

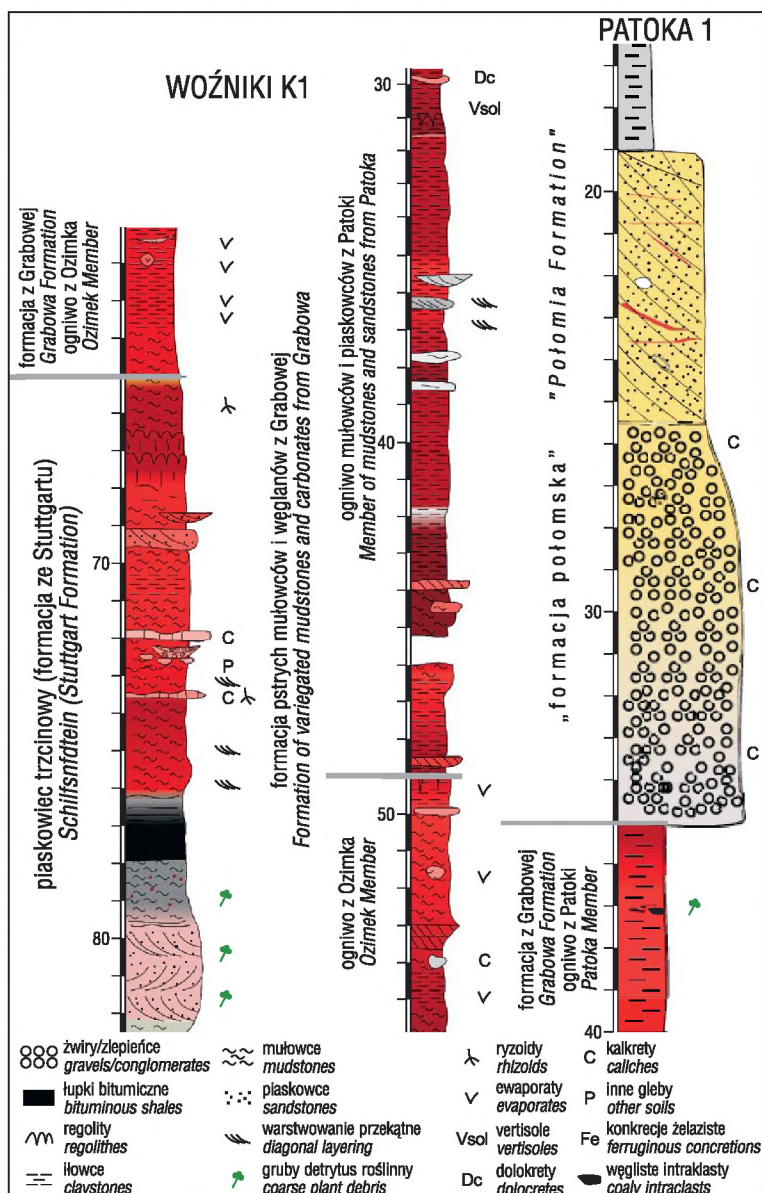
**Miąższość:** od kilku metrów na obszarze wschodnim do co najmniej 175 m w kierunku północno-zachodnim, np. w profilu Patoki (por. Śliwiński, 1964; Grodzicka-Szymanko & Orłowska-Zwolińska, 1972; Bilan, 1976; Grodzicka-Szymanko, 1978; Pieńkowski, 1988). Sumując informacje o ekwiwalentnych jednostkach wyróżnionych przez Kotlickiego (1995), w skrajnie północnej części (rejon Kluczborka), miąższość formacji może przekraczać 400 m.

**Dolna granica:** granica dolna formacji przebiega w pstrych utworach mułowcowych, a wyznacza ją pojawienie się pierwszych pseudomorfoz gipsowych i (lub) zanik ławic piaszczystych z detrytusem roślinnym (por. Bilan, 1976; Kłapciński, 1993; Szulc, 2005, 2007), typowych dla piaskowca trzcinastego. Według Kotlickiego (1995, s. 136), ta „dosyć wyraźna” granica wyraża się „zanikiem osadów warstwowych piaszczysto-mułowcowych [przechodzących] w ilasto-margliste niewarstwowane. Podkreślona zmianą barwy z szarej i brunatnej w ceglastoczerwoną, niekiedy wiśniową”.

Na stratotyp granicy wybrano profil Woźniki K1, gdzie występuje 11-metrowy interwał przejściowy od czarnych mułowców węglistych i ciemnoszarych mułowców do czerwonych rozsypliwych ilowców z mikroskopowo rozpoznawalnym anhydrytem (ryc. 5). Granicę postawiono arbitralnie w stropie 0,7-metrowej smużycie warstwowanej ławicy mułowca plamistego, z wkładkami piasku łuszczkowego (głęb. 68,8 m; ryc. 3A). Bogate nagromadzenia detrytusu roślinnego stanowią pomocniczą cechę odróżniającą piaskowiec trzcinasty od ogólnie podobnych, ciemnych pakietów mułowcowo-piaszczystych, typowych zwłaszcza dla dolnej części ogniwa z Patoki (ryc. 3D).

**Górna granica:** stropowa erozyjna granica wapiennych lub mułowcowych osadów formacji przebiega w spagu zlepionca kwarcowego retyku (lub liasu; Grodzicka-Szymanko &

Orłowska-Zwolińska; 1972; Śnieżek, 1986; Pieńkowski, 1988; Kotlicki, 1995; Szulc i in., 2006), należącego do „formacji połomskiej” *sensu lato* (por. Znosko, 1955; Jakubowski, 1977). Stratotyp jest zlokalizowany w otworze wiertniczym Patoka 1 (ryc. 5). Bardziej złożony profil, z pokrywą ilasto-piaszczystą i rudą sydereytową między wapieniem woźnickim a zwirowo-piaszczystymi „warstwami połomskimi”, opisała z okolic Poręby Grodzicka-Szymanko (1963; patrz też Gąsiorowski & Piekarska, 1976). Ciągła sedymentacja występuje przypuszczalnie dalej ku północy, gdzie granica ta jest zlokalizowana w serii mułowcowo-piaszczystej (np. Deczkowski, 1977; Pieńkowski, 1988). W okolicach Siewierza Śliwiński (1964, s. 42) też obserwował, że lokalnie zmiana litologiczna „od czerwonych ilów kajpru do popielatych gliniek retyku zachodzi na odcinku kilku metrów, przez utwory



Ryc. 5. Stratotypy dolnej i górnej granicy formacji grabowskiej zlokalizowane w profilach otworów wiertniczych Woźniki K1 (odwiercony w 2008 r., rdzeń przechowywany przez Uniwersytet Śląski; Rubin & Rubin, 2009) oraz Patoka 1 (wykonany w 2013 r. przez Instytut Nauk Geologicznych PAN)

Fig. 5. Stratotypes of the lower and the upper boundary of the Grabowa Formation located in sections of boreholes: Woźniki K1 (drilled in 2008; the core stored by the University of Silesia, Rubin & Rubin, 2009) and Patoka 1 (drilled in 2012 by Institute of Geological Sciences PAS)



plamiste”. Jasne iły kaolinowe są typową odmianą litologiczną retyku (np. Deczkowski, 1977; Śnieżek, 1986), występującą również w obrębie gruboklastycznej „formacji połomskiej” w profilu otworu Patoka 1 (Środoń i in., 2014; ryc. 5) i w górnej partii sukcesji mułowcowej w cegielni w Patoce (ryc. 4D).

**Obszar występowania:** północnowschodnie obrzeżenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (okolice Olkusza, Zawiercia, Siewierza) po Lubliniec i Opole (Krasiejów, Ozimek Ia) oraz rejon Częstochowy i Kluczborka.

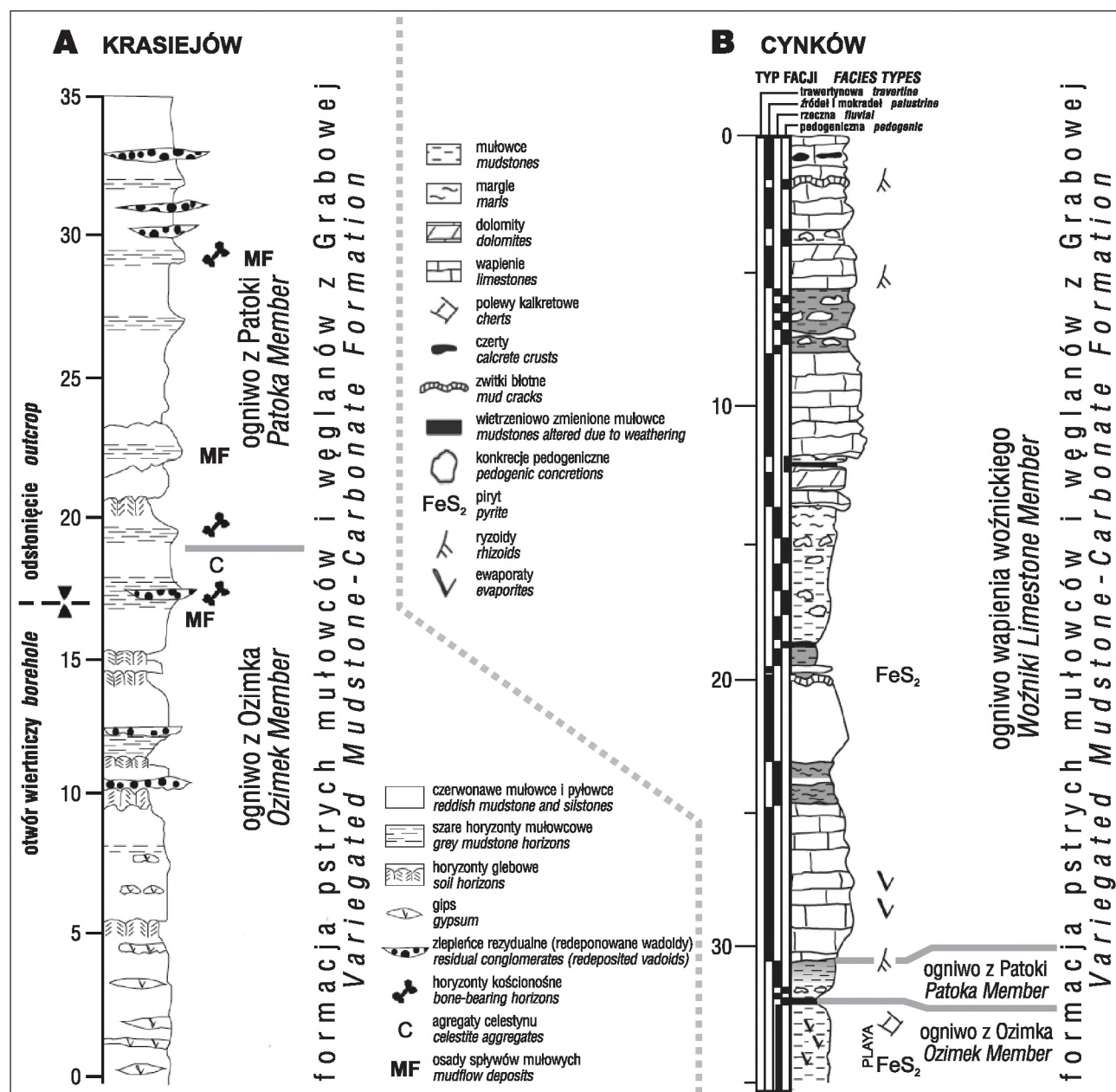
**Uwagi:** cechą charakterystyczną pozornie monotonicznych osadów formacji grabowskiej jest duża zmienność facjalna zarówno w pionie, jak i w poziomie (por. ryc. 2 w: Grodzicka-Szymanko & Orłowska-Zwolińska, 1972; ryc. 7 w: Śli-

wiński, 1964), obecność luk stratygraficznych, w spągu sięgających lokalnie wapienia muszlowego (Bilan, 1976; Szulc, 2007), oraz dominująca rola w rytmicznej alternacji procesów akumulacji rzecznej i pedogenezy (Szulc i in., 2006; Jewuła, 2010; por. Pieńkowski 1988, Deczkowski i in., 1997; Gruska & Zieliński, 2008; Pieńkowski i in., 2014).

## PODZIAŁ WEWNĘTRZNY FORMACJI

Formację grabowską podzielono na trzy ogniwa (w kolejności stratygraficznej, ryc. 2):

**Ogniwo mułowcowo-ewaporatowe z Ozimka** to przypagowy zespół marglistych pstrych mułowców i iłowców z wkładkami gipsu włóknistego, węglanów i piaskowców,



**Ryc. 6.** Stratotyp granicy ogniwa z Ozimka z ogniwem z Patoki, w uproszczonym profilu litologicznym Krasiejowa (A; za Szulcem, 2005, ryc. 2, zmodyfikowane; por. Bilan, 1975) i stratotyp dolnej granicy ogniwa wapienia woźnickiego w profilu otworu wiertniczego Cynków (B; za Szulcem i in., 2006, ryc. 4), wyróżniającym się maksymalną redukcją ogniwa z Patoki z powodu luki w jej spągu

**Fig. 6.** Stratotype of the boundary between the Mudstone-Evaporite Member from Ozimek with the Mudstones and Sandstones from Patoka, in simplified lithological column of the Krasiejów succession (A; after Szulc 2005, Fig. 2, modified; see Bilan, 1975), and stratotype of the lower boundary of the Woźniki Limestone Member in the section of Cynków borehole (B; after Szulc et al., 2006, Fig. 4), distinguishing the maximum thickness reduction of the Patoka Member owing to a hiatus in its base



osiągający maksymalnie ponad 100 m w części północnej regionu (Kotlicki, 1995). Jednostka ta, wyjątkowo uboga w szczątki organiczne, wyklinowuje się ku wschodowi i południowi. Była ona opisywana do tej pory jako górne warstwy gipsowe (ryc. 6; por. Bilan, 1975; Szulc, 2005, 2007), a przez Kotlickiego (1995) – jako ogniwo margla z Lublińca (ten odcinek był tylko częściowo rdzeniowany w reperowym wierceniu Lubliniec IG 1; Siewniak-Madej, 1982). Profil ogniwa jest znany tylko z otworów wiertniczych, np. Ozimek Ia (Kłapciński, 1993, s. 83, 84), Woźniki K1, Patoka 1 i z okolic Krasiejowa (Bilan, 1975; Szulc, 2005). Stratotyp górnej granicy jest zlokalizowany w najniższej części odsłonięcia w Krasiejowie, w stropie interwału z celestynami (ryc. 6A). W opinii Kotlickiego (1995, s. 138), granica ta (= strop margla z Lublińca tego autora) jest zwykle „słabo czytelna”, zlokalizowana „w obrębie podobnych iłowcowych osadów o czerwonym zabarwieniu, niekiedy podkreślona powierzchnią niezgodności erozyjnej” i zwietrzeniem podłoża. Grodzicka-Szymanko i Orłowska-Zwolińska (1972) oraz Grodzicka-Szymanko (1978) zakładały całkowity brak odpowiedników górnego kajpru gipsowego w sukcesji górnosławskiej, przyjmując nieobecność siarczanów wapnia jako decydujące kryterium (por. Bilan, 1976). Jednakże nierozpoznanie przez ww. autorki powszechnej dla tego interwału postdepozycyjnej kalcyfikacji siarczanów dyskwalifikuje ich tezę, ale jednocześnie obniża wartość tego wydzielenia jako jednostki litostratigraficznej.

**Ogniwo marglistych mułowców i piaskowców z Patoki** to niekiedy bardzo miąższa (maksymalnie rzędu 300 m; Kotlicki, 1995), charakterystycznie pstra („plamista”) seria marglistych osadów iłowcowo-mułowcowych, nieulawicznych i „pękających kostkowo” w partiach silniej ilastych.

Jednostka charakteryzuje się licznymi wkładkami rezydualnych zwirowców wapiennych oraz pakietów piaskowców kwarcowych i, rzadziej, innych skał grubookruchowych (patrz Grodzicka-Szymanko & Orłowska-Zwolińska, 1972; Bilan, 1976; Grodzicka-Szymanko, 1978; Szulc i in., 2006). Reprezentuje ona fację fluwialną i pedogeniczną, opisane szczegółowo przez Szulca i in. (2006). Ogniwo z Patoki odpowiada zatem zdominowanym przez osady silikoklastyczne partiom formacji grabowskiej i w tym sensie ściśle nawiązuje do pierwotnej definicji formacji grabowskiej Bilana (1976) i Kotlickiego (1995). W szerszym ujęciu ogniwo to paralelizuje się ze Steinmergelkeuper w literaturze niemieckiej i z retykiem *sensu polonico* (Bachmann & Beutler, 2007). Według formalnej nomenklatury stratygraficznej triasu Niemiec (Stratigraphische Tabelle von Deutschland, 2002) Steinmergelkeuper odpowiada formacji z Arnstadt, mieszczącej się w noryku. Proksymalnym ekwiwalentem tej jednostki, występującym głównie w marginalnej, południowej strefie basenu triasu górnego – od Badonii po Saksonię – są aluwialne facje formacji z Löwenstein (Beutler & Nitsch, 2005).

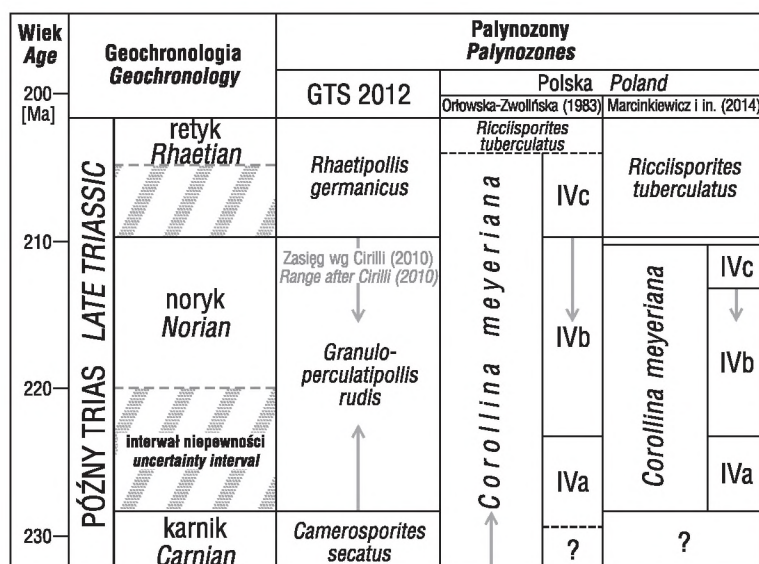
To w ogniu z Patoki występują oba poziomy kościonośne (z wyjątkiem najniższej wkładki brekcji krasiejowskiej; ryc. 6A), złożone na ogół z szeregu interwałów o różnej koncentracji fauny (np. w Lipiu – Pieńkowski i in., 2014). Obejmuje ono jednak również, częściowo lub całkowicie, większą część profilu najwyższego triasu, znaną w literaturze jako np. warstwy gorzowskie (Znosko, 1955), formacja woźnicka (Haisig i in., 1983), cyklotem woźnicki (RIIb; Grodzicka-Szymanko, 1978) i formacja wojsławicka (Kotlicki, 1995). Zakłada się, że ta wyższa seria kajpru leży dyskordantnie na formacji grabowskiej *sensu* Bilan (1976) i Kotlicki (1995). W wielu profilach

Piętro Stage	Tradycyjny podział niemiecki Traditional German subdivision	Franz (2008) Stratigraphische Tabelle von Deutschland (2002)	Deczkowski i in. (1997) Dadlez & Kopik (1963)	Grodzicka-Szymanko (1978) Grodzicka-Szymanko & Orłowska-Zwolińska (1972)	Kotlicki (1995) Bilan (1976)	Niniejsza praca Present paper
retyk Rhaetian	retyk Rhaetian	formacja z Exter Exter Formation	warstwy wielichowskie Wielichowo Beds			„fm. polomska” „Polomia Fm.”
noryk Norian	Steinmergel	formacja z Arnstadt Arnstadt Formation	warstwy zbąszyńskie Zbąszynek Beds	d. cyklotem RIi M. cyclothene RIi	formacja wojsławicka Wojsławice Formation	ogniwo wapienia woźnickiego Woźniki Limestone Member
			warstwy jarkowskie Jarkowo Beds	cyklotem Cyclothene RI <sub>2</sub> Woźniki	wapien woźnicki (wt) Woźniki Lst. Bed	
			warstwy drewieńskie Drawno Beds	cyklotem Cyclothene RI <sub>1</sub> Warta		
				duży cyklotem RI Major cyclothene RI	formacja grabowska Grabowa Formation	ogniwo marglistych mułowców i piaskowców z Patoki Marly Mudstone-Sandstone Member from Patoka
karnik Carnian	górny kajper gipsowy Upper Gipskeuper	formacja z Weser Weser Formation	warstwy gipsowe górne Upper Gipskeuper	cyklotem Cyclothene RI <sub>2</sub> Lisów	brekcja lisowska (wt) Lisów Breccia Bed	ogniwo mułowcowo-ewaporatowe z Ozimka Mudstone-Evaporite Member from Ozimek
		formacja ze Stuttgartu Stuttgart Formation	piaskowiec trzciniały Schilfsandstein (Reed sandstone)	piaskowiec trzciniały Schilfsandstein (Reed sandstone)	margiel z Lublińca (og.) Lubliniec Marl (Mbr) (iłowce z Kluczy (og.) Klucze Claystones (Mbr))	
			piaskowiec trzciniały Schilfsandstein (Reed sandstone)	piaskowiec trzciniały Schilfsandstein (Reed sandstone)	formacja bolesławska Bolesław Formation	formacja pstrych mułowców i węglianów z Grabowa Formation of variegated mudstones and carbonates from Grabowa
	piaskowiec trzciniały Schilfsandstein (Reed sandstone)				piaskowiec z Piotrowiny (og.) Piotrowina Sandstone (Mbr) (iłowce z Będowa (og.) Będów Claystones (Mbr))	piaskowiec trzciniały Schilfsandstein (Reed sandstone)

**Ryc. 7.** Zestawienie wybranych najważniejszych podziałów litostratigraficznych sukcesji górnego triasu w domenie germańskiej (częściowo wg Jewuły, 2010, niepubl.), w odniesieniu do formacji grabowskiej w ujęciu proponowanym w niniejszej pracy i poziomów kościonośnych: krasiejowski (K) i lisowski (L)

**Fig. 7.** Overview of the selected, most important lithostratigraphic subdivisions of the Upper Triassic successions in the Germanic domain (partly after Jewuły, 2010, unpubl.), in respect of the meaning of Grabowa Formation proposed in this paper, and bone-bearing levels: Krasiejów (K) i Lisowice (L)





Ryc. 8. Diagram prezentujący zakres niepewności w datowaniu pięter górnego triasu (za Ogg, 2012, Fig. 25.6 i 25.7; por. Lucas i in., 2012) i możliwy błąd korelacyjny tych granic z palynozonami globalnymi (wg Kuerschnera & Hengreena, 2010; przyjętymi przez Ogga, 2012, Fig. 25.7, w: „Geological Time Scale 2012”) i polskimi (schematy: oryginalny i współcześnie zmodyfikowany); strzałkami pokazano inną pozycję granic palynozon na podstawie zasięgów gatunków wskaźnikowych w Cirilli (2010, Fig. 2)

Fig. 8. Diagram showing the range of uncertainty in timing of the Upper Triassic stages (after Ogg, 2012, Figs 25.6 and 25.7; compare Lucas et al., 2012) and the range of the possible correlation error of these boundaries with global palynozones (according to Kuerschner & Hengreen, 2010; adopted by Ogg, 2012, Fig. 25.7, in “Geological Time Scale 2012”) and Polish palynozones (the original and recently modified schemes); arrows show the different position of the palynozones boundaries on the basis of index species ranges in Cirilli (2010, Fig. 2)

otworów wiertniczych, zwłaszcza w części północnej, są jednak wątpliwości co do pozycji litostratygraficznej głównie mułowcowych sukcesji (Kotlicki, 1995, s. 155, 156). Z kolei w rejonie olkuskim, brak jest typowo wykształconych górnych warstw gipsowych w ogniwie iłowców z Błędowa (Bilan, 1976), co rzutuje na włączenie tej jednostki do ogniwa z Patoki. Stratotyp jednostki stanowi odkrywka cegielni i otwór wiertniczy Patoka 1 (ryc. 3D i E, 4, 5). Górna granica odpowiada erozyjnemu stropowi formacji grabowskiej lub wyznacza ją pojawienie się pierwszych ciągłych wkładek węglanowych o miąższości co najmniej 0,5 m (= spąg ogniwa woźnickiego; ryc. 6B). Dlatego też cieńsze i nieciągłe ławice wapienne typu woźnickiego (ze stromatolitami i onkolitami), częste poniżej miąższego zespołu węglanowego (patrz Szulc i in., 2006), to tylko wkładki wapienne w ogniwie z Patoki, a nie izolowane wystąpienia ogniwa woźnickiego (por. “Woźniki Limestone” Beds na ryc. 4 w: Pieńkowski i in., 2014). Z tym przejściem jest związany poziom lisowicki.

**Ogniwo wapienia woźnickiego** to z kolei bardzo charakterystyczny zespół uławiconych jasnych wapieni mikrytowych (do 40 m, Gąsiorowski & Piekarska, 1976) w górnej części formacji z Grabowej, z udziałem trawertynów, stromatolitów oraz wkładek grubokruchowych i pseudomorfoz po gipsie (facje źródeł i mokradeł, palustrine; Szulc i in., 2006), dominujących ilościowo nad pstrymi pakietami iłowcowo-mułowcowymi. Jednostka była pierwotnie opisana jako Kalkstein von Woischnik przez Roemera (1862, s. 650; 1870), a wcześniej przez Carnalla (1846) jako Kalkstein des Lublinitzer Kreises. Później stanowiła ona diagnostyczny element górnego retyku *sensu polonico* lub warstw woźnickich (patrz wyżej; ryc. 7).

Obszarem typowego wykształcenia i maksymalnych miąższości trójdzielnego ogniwa z Woźnik (ryc. 6B) jest rejon między Porębą a Lublińcem, gdzie tworzy ono czytelny element geomorfologiczny, zwany progiem górnotriasowym. W odślonięciach (Woźniki, Cynków) są widoczne tylko niewielkie części profilu ogniwa. Bywa ono też niekiedy znane jedynie z wystąpień w postaci okruchów wapiennych, np. w okolicach Olkusza (Bilan, 1976), a także kilkumetrowych płatów pociętych w Starych Glinach, i całkowicie wyklinowuje się w kierunku północno-zachodnim. Formalne wydzielenie od dawna opisywanych wapieni woźnickich jako ogniwa jest zgodne z propozycją Senkowiczowej (1980), choć w schemacie Kotlickiego (1995) wyróżniono je tylko w randze warstwy.

## GRANICE FORMACJI A GRANICE PIĘTRA NORZYCKIEGO

Jak pokazano na rycinie 8, wszelkie próby sprecyzowania datowań granic jednostek litostratygraficznych górnego triasu lądowego rozbijają się o kontrowersje dotyczące definicji i wieku granic pięter, obejmujące sporne interwały liczące wiele milionów lat (Ogg, 2012; Lucas i in., 2012) oraz immanentne słabości palynozonacji, szczególnie w odniesieniu do piętra noryckiego (Kürschner & Hengreen, 2010). Powszechnie przyjęty w Polsce schemat Orłowskiej-Zwolińskiej (1983) opiera się przede wszystkim na poziomach rozkwitu. Bardziej uniwersalne z definicji poziomy zasięgu, proponowane w pracy Kuerschnera i Hengreena (2010) i przyjęte w „Geological Time Scale 2012”, okazały się mieć – w świetle danych przedstawionych przez Cirilli (2010) – wątpliwą wartość ze względu na wciąż niedostateczną znajomość tych zasięgów. I tak np., potencjalnie wskaźnikowy dla retyku (i podzony IVc Orłowskiej-Zwolińskiej, 1983) gatunek miospory *Rhaetipollis germanicus* ma się w istocie pojawiać najpóźniej w środku noryku. Nic dziwnego, że i najnowsza wersja polskiej palynozonacji (Marcinkiewicz i in., 2014) nie zgadza się ze wskazaniami ww. autorów (ryc. 8). Z drugiej strony, Becker (2014) wykazała istotne wady innego ostatnio lansowanego narzędzia biostratygrafii kajpru – zonacji muszloraczkowej.

Wnioski dotyczące granic formacji grabowskiej i jej wieku w świetle danych palynostratygraficznych mają wciąż charakter wstępny, co podkreślała już Orłowska-Zwolińska (1983, 1985). Datowanie palynostratygraficzne jednoznacznie wskazuje jednak na norycki wiek większej części formacji (zona *meyeriana*; ryc. 9). Także dane z wiercenia w Czarnym Lesie potwierdzają, że w osadach fluwialnych – piaskach i żwirach zawierających klasty zerodowanego wapienia woźnickiego (ryc. 9) – występują pyłki charakterystyczne dla późnego noryku, ewentualnie przejścia do retyku (Fijałkowska-Mader i in., w druku). W odniesieniu do nieformalnego podziału noryku na Niżu Polskim (Dadlez & Kopik, 1963), formacja grabowska jest ostatnio korelowana z warstwami jarkowskimi i zbąszyneckimi (Becker i in., 2008), ale też z warstwami zbąszyneckimi i wielichowskimi (Pieńkowski i in., 2014).

Wiek części przyspagowej jest bardziej niepewny, ale przypuszczalnie późnokarnicki, gdyż ogniwo z Ozimka



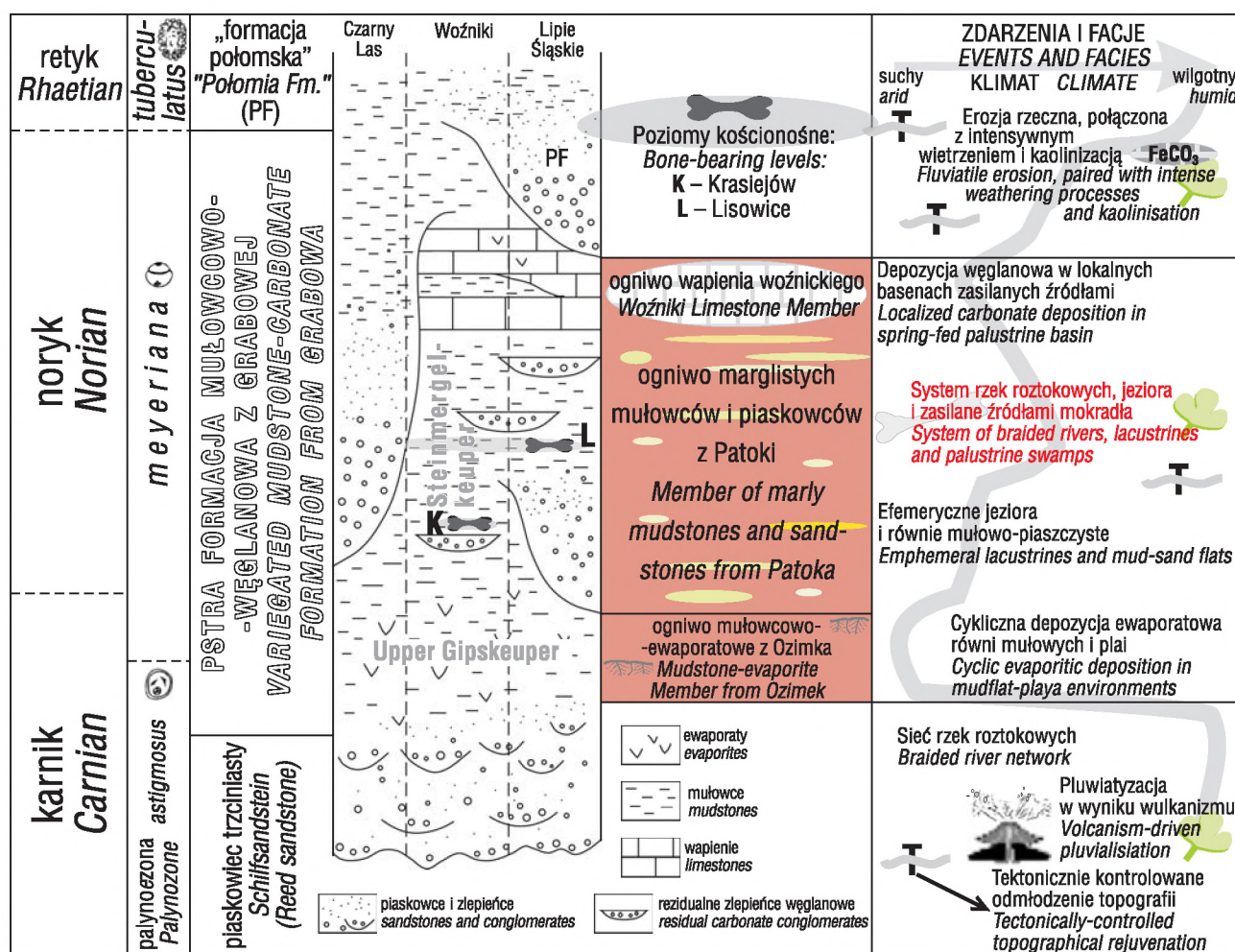
zostało wydатовane jako najniższa palynozona *meyeriana* (IVa) przez Orłowską-Zwolińską (1983, 1985); w podziale Marcinkiewicz i in. (2014) jest to już noryk. Dane palynostratygraficzne dokumentują natomiast niewątpliwie środkowonorycki wiek ogniwa woźnickiego (środkowa podzona *meyeriana*, IVb; Heunisch w: Szulc i in. 2006), potwierdzony ostatnio wynikami badań palynostratygraficznych Fijałkowskiej-Mader w profilu Poręby (w: Niedzwiedzki i in., 2014) i makrolorystycznych Pacyny (2014) – tym samym jest wyznaczona górna granica wieku poziomu lisowickiego.

### UWAGI O MODELU STRATYGRAGICZNO-FACJALNYM

Dzięki pracom Szulca (2005, 2007, 2008) i Szulca i in. (2006), niezależną podstawę korelacji w obrębie sukcesji kajpru stanowi sam podział litostratygraficzny, mający wydźwięk klimatostratygraficzny i tektoniczny, obecnie zwerifikowany znacznie bardziej danymi chemo- niż palynostratygraficznymi (patrz Fijałkowska-Mader i in., w druku; Środoń i in., 2014). Taki model stratygraficzno-facjalny (ryc. 9) pozwala przede wszystkim na lepsze zbiorcze

zestawienie fragmentarycznych profili, potwierdzone chemokorelacjami wynikającymi z malejącego ku stropowi sukcesji udziału detrytusów zasadowych skał magmowych (ryc. 19 w: Środoń i in., 2014), a więc z zasadniczych zmian w strukturze proveniencji. Korelacje te potwierdzają przede wszystkim umiejscowienie obu poziomów kościonośnych w formacji grabowskiej poniżej środkowonoryckiego wapienia woźnickiego (ryc. 2 i 9). Tego typu zintegrowane analizy chronostratygraficzne są dużo pewniejsze od dotychczasowych interpretacji opartych głównie na zoogeograficznie determinowanej ewolucji fauny kręgowcowej lub na przesłankach palyno- i litostratygraficznych (patrz Dzik & Sulej, 2007; Niedzwiedzki i in., 2014; Pieńkowski i in., 2014).

Granica dolna formacji grabowskiej jest zapisem zmiany charakteru sedymentacji z silikoklastycznej, fluwialnej na ewaporacyjną typu playa (Szulc, 2007). Z kolei początek sedymentacji ogniwa z Patoki odpowiada stopniowemu zwilgotnieniu klimatu, co widać w charakterze sedymentacji na rozległych równiach mułowo-piaszczystych i zaniku precypitacji ewaporatów (Szulc i in., 2006; Szulc, 2007). Ta seria pstrych klastyków jest złożona z licznych cykli facji Steinmergelkeuper, będących zapisem gwałtownych epi-



**Ryc. 9.** Schemat stratygraficzny oraz zdarzeniowy dla klimatycznie i tektonicznie kontrolowanej sedymentacji formacji grabowskiej i relacji stratygraficznych dwóch poziomów kościonośnych (Szulc i in., w druku a); palynostratygrafia wg Orłowskiej-Zwolińskiej (1983, 1985) oraz Fijałkowskiej-Mader i in. (w druku)

**Fig. 9.** Stratigraphy and event scheme for climate/tectonically-driven sedimentation of the Grabowa Formation and stratigraphic relationships between two bone-enriched levels (Szulc et al., in press a); palynostratigraphy after Orłowska-Zwolińska (1983, 1985) and Fijałkowska-Mader et al. (in press)



zodów powodziowych i spływów mułowych, a następnie rozwoju gleb typu vertisol; rzadziej spotykane są cykle wynikające z ewolucji systemu piaszczystych rzek roztokowych i migracji koryt rzecznych (Jewula, 2010; Pieńkowski i in., 2014). Taka rytmiczna zmienność depozycji była spowodowana prawdopodobnie okresowymi wahaniami reżimu opadowego (wilgotno *versus* sucho) w warunkach cyrkulacji monsunowej (Reinhardt & Ricken, 2000) bądź pasatowej (Szulc, 2008) – egzemplifikacją tego jest przede wszystkim alternacja pakietów zielonych/szarych i czerwonych mułowców i ilowców. Właśnie taki klimat epizodycznie sprzyjał bardziej bujnemu rozwojowi drzewiastej kseromorficznej szaty roślinnej (głównie nagonasiennych; por. Orłowska-Zwolińska, 1983; Dzik i in., 2008; Pacyna, 2014) i zróżnicowanych biocenoz kręgowców, zdominowanych zarówno przez płazy (Krasiejów; Dzik & Sulej, 2007), jak i gady (poziom lisowicki; Dzik i in., 2008; Niedźwiedzki i in., 2014). Zasadnicza zmiana warunków klimatycznych na pluwialne jest powszechnie datowana na schyłek noryku i retyk. Znajduje to swój wyraz nie tylko w zmianach dominującego rzeczno-systemu depozycyjnego z nisko- na wysokoenergetyczny (por. Pieńkowski, 1988; Szulc i in., 2006; Gruszka & Zieliński, 2008), ale także w znacznej intensyfikacji wietrzenia chemicznego ilastego podłoża zapisanej w kaolinityzacji (np. Śnieżek, 1985; Brański, 2014; Środon i in., 2014) oraz lokalnej akumulacji pni i materiału węglatego (Patoka; ryc. 4E). Należy podkreślić fakt częstej dominacji syderytu wśród węglanów w tych warunkach klimatycznych (Pieńkowski, 1988; por. Grodzicka-Szymanko & Orłowska-Zwolińska, 1972; Deczkowski, 1977; Deczkowski i in., 1997).

Fundamentalna przebudowa składu minerałów ilastych, z asocjacji illitowo-chlorytowej na kaolinitowo-smektytową, skorelowana z granicą sekwencji na kontakcie noryku z retykiem (= kontakt warstw ze Zbąszyńka i warstw wielichowskich), została udokumentowana w profilu otworu Niekłań PIG 1, NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich (ryc. 3 w: Pieńkowski i in., 2014). Brański (2014) oraz Pieńkowski i in. (2014) uważają tego typu wieloetapowe zmiany klimatu w basenie polskim, częściowo o charakterze „katastrofy klimatycznej”, za zapis efektu cieplarnianego wywołanego erupcjami w środkowo-atlantycznej prowincji wulkanicznej. Radykalna zmiana miała mieć jednak miejsce dopiero w późniejszym retyku (pod koniec depozycji warstw wielichowskich we wzorcowym profilu Kamień Pomorski IG 1 – Pieńkowski i in., 2014, Fig. 2). W kontekście niepewnych korelacji w górnym triasie i szczątkowej kompletności profilu retyku śląskiego, ewentualny diachronizm rejestracji tych zdarzeń między osiową a brzeżną strefą tego samego zbiornika wymaga potwierdzenia.

Należy też zwrócić uwagę na niezwykle intensywną lateralną zmianę w formacji grabowskiej, wynikającą głównie z tektoniki syndepozycyjnej i zróżnicowanej paleotopografii. Przykładem jest profil Patoki rejestrujący intensywną redepozycję osadów kajpru (kanibalizm) i przebudowę tektoniczną eksponującą skały starszego podłoża, których erozja dostarczała materiału litoklastycznego (np. węgla karbońskich, ryc. 4A). Innym dowodem na kanibalistyczny model (re)depozycji są powszechne zwiercowe horyzonty przemitych gleb kopalnych typu calcisol (brekcja lisowska). Generalnie nie potwierdzono jednak poglądów o wielkoskalowych lukach (na granicach sekwencji stratygraficznych) w górnym triasie epikontynentalnym Polski, przedstawionych przez Becker i in. (2008). Choć lokalnie obejmują one interwał od wapienia muszlowego

po ogniwo woźnickie i częściowo przypuszczalnie odpowiadają za brak poziomu krasiejowskiego w spagu ogniwa z Patoki (patrz ryc. 7), to najlepszym dowodem na dominację ciągłych sukcesji są kłopoty z definicją granic formacji grabowskiej i ogniwa z Ozimka, co podkreślali uprzednio Bilan (1976) i Kotlicki (1995). W formacji grabowskiej wyraźny jest zapis erozyjny co najmniej dwóch zdarzeń tektonicznych, zgodnych z wyraźnym trendem pluwializacji klimatu (ryc. 9). Implikowało to intensyfikację aktywności erozyjnej i denudacyjnej systemów rzecznych w tej peryferycznej strefie basenu kajpru, w pobliżu ładu śląsko-krakowskiego (*sensu* Deczkowski & Franczyk, 1988).

Wydarzenia fluwialno-erozyjne, o których mowa wyżej, korelują się bardzo dobrze z podobnymi epizodami stwierdzonymi w innych brzeżnych strefach zbiornika kajpru Europy Środkowej – reprezentowanymi w Niemczech przez grubiej klastyczną formacją z Löwenstein i podobną jej formacją z Kågeröd w Danii i Szwecji (Franz, 2008). Warto zwrócić też uwagę, że największe i najważniejsze stanowiska brekcji kostnych triasu górnego Europy Środkowej są właśnie związane z proksymalnymi facjami kajpru (np. z formacją z Löwenstein; Schoch & Wild, 1999; Seegis, 2005). Wynika to z faktu, że brzeżne strefy basenu były najkorzystniejsze dla biocenoz łądowych (np. kręgowców). Intensywne procesy fluwialne (w tym katastrofalne) sprzyjały z kolei szybkiemu pogrzebaniu szczątków organicznych, umożliwiającemu powstanie cmentarzysk typu Fossilagerstätte, takich jak akumulacje kostne z Krasiejowa i Lipia Śląskiego.

Autorzy pragną podziękować Pani dr Annie Becker za wielce wnikliwą i pomocną recenzję niniejszej pracy. Podziękowania należą się też mgr. Waldemarowi Bardzińskiemu i mgr. Karolowi Jewule za pomoc w pracach terenowych i owocne dyskusje, oraz dr. Krystynowi Rubinowi za udostępnienie rdzenia Woźnika K1 (grant KBN 4 T12B 006 37).

## LITERATURA

- ALEXANDROWICZ S.Z., BIRKENMAJER K., BURCHART J., CIEŚLIŃSKI S., DADLEZ R., KUTEK J., NOWAK W., ORŁOWSKI S., SZULCZEWSKI M. & TELLER L. 1975 – Zasady polskiej klasyfikacji, terminologii i nomenklatury stratygraficznej. Instrukcje i metody badań geologicznych 33: 1–63.
- BACHMANN G.H. & BEUTLER G. 2007 – Retyk sensu polonico versus Rhaet sensu germanico – new results. SDGG, 53: 99–100.
- BECKER A., 2014 – Muszloraczkowa stratygrafia pogranicza permu i triasu – rzeczywistość czy mit? Prz. Geol., 62: 184–189.
- BECKER A., KULETA M., NARKIEWICZ K., PIEŃKOWSKI G. & SZULC J. 2008 – Trias. [W:] Wagner R. (red.) Tabela stratygraficzna Polski, Polska pozakarpaska. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BEUTLER G. & NITSCH E. 2005 – Paläogeographisches Überblick. [W:] Beutler G., Hauschke N., Nitsch E. & Vath U. (red.) Stratigraphie von Deutschland IV, Keuper. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 253: 15–30.
- BILAN W. 1975 – Profil retyku w Krasiejowie koło Opola. Zesz. Nauk. AGH, Geologia, 1 (3): 13–20.
- BILAN W. 1976 – Stratygrafia górnego triasu wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zesz. Nauk. AGH, Geologia, 2 (3): 4–73.
- BILAN W. 1991 – Biostratygrafia osadów górnego triasu wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zesz. Nauk. AGH, Geologia, 17 (1): 5–17.
- BODZIOCH A. & KOWAL-LINKA M. 2012 – Unraveling the origin of the Late Triassic multitaxic bone accumulation at Krasiejów (S Poland) by diagenetic analysis. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 346/347: 25–36.
- BRAŃSKI P. 2014 – Climatic disaster at the Triassic-Jurassic boundary – a clay minerals and major elements record from the Polish Basin. Geol. Quart., 58: 291–310.
- BZOWSKA G. & RACKA M. 2006 – Kajper Krasiejowa okiem geochemika i mineraloga. Gosp. Sur. Miner., 22 (zesz. spec., 3): 355–358.
- CARNALL R.V. 1846 – Der Kalkstein des Lublinitzer Kreises in Oberschlesien. Bergmännisches Taschenbuch, 3: 276–322.



- CIRILLI S. 2010 – Upper Triassic–lowermost Jurassic palynology and palynostratigraphy: a review. [W:] Lucas S.G. (red.) The Triassic timescale. Geol. Soc. London Spec. Publ., 334: 221–262.
- DADLEZ R. & KOPIK J. 1963 – Problem retyku w zachodniej Polsce na tle profilu w Książ Wielkopolskim. Kwart. Geol., 7: 131–158.
- DECZKOWSKI Z. 1977 – Budowa geologiczna pokrywy permsko-mezozoicznej i jego podłoża w wschodniej części monokliny przedsuddeckiej (obszar kalisko-częstochowski). Pr. Inst. Geol., 82: 1–63.
- DECZKOWSKI Z. & FRANCZYK M. 1988 – Paleomiąższość, litofacje i paleotektonika noryku i retyku na Niżu Polskim. Kwart. Geol., 32: 105–115.
- DECZKOWSKI Z., MARCINKIEWICZ T. & MALISZEWSKA A. 1997 – Noryk i retyk. [W:] Marek S. & Pajchlowa M. (red.) Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. Pr. Państw. Inst. Geol., 153, 174–194.
- DZIK J. & SULEJ T. 2007 – A review of the early Late Triassic Krasiejów biota from Silesia, Poland. Palaeont. Pol., 64: 3–27.
- DZIK J., SULEJ T., KAIM A. & NIEDŹWIEDZKI R. 2000 – Późno-triasowe omentarzysko kręgowców lądowych w Krasiejowie na Śląskim Opolskim. Prz. Geol., 48: 226–235.
- DZIK J., SULEJ T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2008 – A dicynodont? the ropod association in the latest Triassic of Poland. Acta Palaeont. Pol., 53: 733–738.
- FIJAŁKOWSKA-MADER A., HEUNISCH C. & SZULC J. w druku – Palynostratigraphy and palynofacies of the Upper Silesian Keuper. Ann. Soc. Geol. Pol.
- FRANZ M. 2008 – Litho- und Leitflächenstratigraphie, Chronostratigraphie, Zyklus- und Sequenzstratigraphie des Keupers im Östlichen Zentraleuropäischen Becken (Deutschland, Polen) und Dänischen Becken (Dänemark, Schweden). Unpublished thesis (Dr. rer. nat.), Naturwissenschaftlichen Fakultät III der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: 1–198.
- GAŚIOROWSKI S.M. & PIEKARSKA E. 1976 – Woźniki Limestone (?Lower Jurassic, Upper Silesia). Bull. Acad. Pol. Sci., Sci. Terre, 24: 177–182.
- GRODZICKA-SZYMANKO W. 1963 – Występowanie syderytu w osadach retyku w rejonie Turkowej Góry koło Poręby. Prz. Geol., 11: 526–530.
- GRODZICKA-SZYMANKO W. 1978 – Trias górny. [W:] Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. Pr. Inst. Geol., 83: 105–110.
- GRODZICKA-SZYMANKO W. & ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T. 1972 – Stratygrafia górnego triasu NE części obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. Geol. 16: 216–231.
- GRUSZKA B. & ZIELIŃSKI T. 2008 – Evidence for a very low-energy fluvial system: a case study from the dinosaur-bearing Upper Triassic rocks of Southern Poland. Geol. Quart., 52: 239–252.
- HAISIG J., KOTLICKI S., WILANOWSKI S. & ŻUREK W. 1983 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000, arkusz Lubliniec. Wyd. Geol., Warszawa: 1–46.
- JAKUBOWSKI Z. 1977 – Rozwój sedymentacji w dolnej jurze Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i pozycja stratygraficzna osadów gruboklastycznych. Roczn. Pol. Tow. Geol., 47: 585–604.
- JEWUŁA K. 2010 – Skala magnetostratygraficzna dla utworów górnego triasu z Górnego śląska. Praca magisterska, niepubl. Arch. Inst. Nauk Geol. UJ, Kraków: 1–107.
- KLAPCZIŃSKI J. 1993 – Litostratygrafia profili głębokich otworów wiertniczych w regionie opolskim. Acta Univ. Wratisl., 8: 1–129.
- KOTLICKI S. 1995 – Badania nad litostratygrafią triasu Górnego Śląska. NAG Państw. Inst. Geol., Oddz. Górnośląski, Sosnowiec: 1–157.
- KÜRSCHNER W.M. & HERNGREEN G.F.W. 2010 – Triassic palynology of central and northwestern Europe: a review of palynofloral diversity patterns and biostratigraphic subdivisions. [W:] Lucas S.G. (red.) The Triassic timescale. Geol. Soc. London Spec. Publ., 334: 263–283.
- LUCAS S.G., TANNER L.H., KOZUR H.W., WEEMS R.E. & HECKERT A.B. 2012 – The Late Triassic timescale: Age and correlation of the Carnian–Norian boundary Earth-Sci. Rev., 114: 1–18.
- MARCINKIEWICZ T., FIJAŁKOWSKA-MADER A. & PIENKOWSKI G. 2014 – Poziomy megasporowe epikontynentalnych utworów triasu i jury w Polsce – podsumowanie. Biul. Państw. Inst. Geol., 457: 15–42.
- NIEDŹWIEDZKI G., BRUSATTE S.L., SULEJ T. & BUTLER R.J. 2014 – Basal dinosauriform and theropod dinosaurs from the mid-late Norian (Late Triassic) of Poland: implications for Triassic dinosaur evolution and distribution. Palaeont., 57; DOI: 10.1111/pala.12107.
- OGG G. 2012 – The Triassic Period. [W:] Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M. & Ogg G. (red.) The Geologic Time Scale 2012, vol. 2. Elsevier, Amsterdam: 681–730.
- ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T. 1983 – Palinostratygrafia epikontynentalnych osadów wyższego triasu w Polsce. Pr. Inst. Geol., 104: 1–88.
- ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T. 1985 – Palynological zones of the Polish epicontinental Triassic. Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. Terre, 33: 107–117.
- PACYNĄ G. 2014 – Plant remains from the Polish Triassic. Present knowledge and future prospects. Acta Palaeobot., 54: 3–33.
- PIENKOWSKI G. 1988 – Analiza fałjalna najwyższego triasu i liasu Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej oraz perspektywy występowania surowców ilastych. Prz. Geol., 36: 449–456.
- PIENKOWSKI G., NIEDŹWIEDZKI G. & BRAŃSKI P. 2014 – Climatic reversals related to the Central Atlantic magmatic province caused the end-Triassic biotic crisis – Evidence from continental strata in Poland. [W:] Keller G. & Kerr A. (red.) Volcanism, Impacts, and Mass Extinctions: Causes and Effects. Geol. Soc. Am., Spec. Pap., 505: 263–286.
- RACKI G. 2010 – Ewolucja środowisk lądowych kajpru Górnego Śląska jako biotopów kręgowców – nowy projekt badawczy. Prz. Geol., 58: 124–126.
- RACKI G. & NARKIEWICZ M. (red.) 2006 – Polskie zasady stratygrafii. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 1–78.
- REINHARDT L. & RICKEN W. 2000 – The stratigraphic and geochemical record of play cycles: monitoring a Pangaeen monsoon-like system (Triassic, Middle Keuper, S. Germany). Palaeogeogr., Palaeoclim., 161: 205–227.
- ROEMER, F. 1862 – Die Nachweisung des Keupers in Oberschlesien und Polen. Z. Dtsch. Geol. Ges., 14: 638–654.
- ROEMER, F. 1870 – Geologie von Oberschlesien. Nischkowsky, Breslau: 1–587.
- RUBIN H. & RUBIN K. 2009 – Charakterystyka hydrogeochemiczna utworów triasu górnego w rejonie Woźnik (otwór badawczy K-1). Biul. Państw. Inst. Geol., 436: 429–435.
- SCHOCH R. & WILD R. 1999 – Die Wirbeltier-Fauna im Keuper von Süddeutschland. [W:] Hauschke, N. & Wilde, V. (red.), Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter. Dr Pfeil Verlag, München: 395–408.
- SEEGIS D. 2005 – Tetrapoden. [W:] Beutler G., Hauschke N., Nitsch E. & Vath U. (red.) Stratigraphie von Deutschland IV, Keuper. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 253: 50–57.
- SENKOWICZOWA H. 1980 – Możliwości sformalizowania podziału litostratygraficznego środkowego i górnego triasu Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Kwart. Geol., 24: 787–804.
- SIEWNIAK-MADEJ A. (red.) 1982 – Lubliniec IG 1. Profile Głębokich Otworów Wiertniczych Instytutu Geologicznego Z. 55. Wyd. Geol., Warszawa: 1–67.
- STRATIGRAPHISCHE TABELLE VON DEUTSCHLAND 2002 – Deutsche Stratigraphische Kommission, Potsdam (GeoForschungszentrum), Frankfurt a. M. (Forsch.-Inst. Senckenberg).
- SULEJ, T., NIEDŹWIEDZKI, G. & BRONOWICZ, R. 2012 – A new Late Triassic vertebrate fauna from Poland with turtles, aetosaurs, and coelophyoid dinosaurs. J. Vert. Paleont., 32: 1033–1041.
- SZULC J. 2005 – Sedimentary environments of the vertebrate-bearing Norian deposits from Krasiejów, Upper Silesia (Poland). Hallesches Jahrb. Geowiss., Reihe B, Beiheft, 19: 161–170.
- SZULC J. 2007 – Keuper. [W:] Szulc J. & Becker A. (red.) International Workshop on the Triassic of southern Poland, Fieldtrip guide, September 3–8, 2007: 33–41.
- SZULC, J. 2008 – Climate evolution in the Tehys area and its controls. [W:] McCann, T. (red.) Geology of Central Europe. Triassic. Geol. Soc. London: 751–752.
- SZULC J., GRADZIŃSKI M., LEWANDOWSKA A. & HEUNISCH C. 2006 – The Upper Triassic crenogenic limestones in Upper Silesia (southern Poland) and their paleoenvironmental context. [W:] Alonso-Zarza A.M. & Tanner L.H. (red.) Paleoenvironmental record and applications of calcretes and palustrine carbonates. Geol. Soc. Am., Spec. Pap., 416: 133–151.
- SZULC J., JEWUŁA K. & RACKI G. w druku a – Facies development and integrated stratigraphy of the Upper Silesian Keuper. Ann. Soc. Geol. Pol.
- SZULC J., RACKI G., ŚRODOŃ J. & LUCAS S.G. w druku b – Norian age of the Lipie Śląskie vertebrate fauna explains its alleged oddity. Acta Palaeont. Pol., 60.
- ŚLIWIŃSKI S. 1964 – Geologia obszaru siewierskiego. Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN, Oddz. w Krakowie, 25: 1–74.
- ŚNIEŻEK, P. 1986 – Osady ilaste górnego retyku i liasu w rejonie Lubliniec–Wieruszów. Arch. Miner., 41: 135–145.
- ŚRODOŃ J., SZULC J., ANCZKIEWICZ A., JEWUŁA K., BANAŚ M. & MARYNOWSKI L. 2014 – Weathering, sedimentary, and diagenetic controls of mineral and geochemical characteristics of the vertebrate-bearing Silesian Keuper. Clay Miner., 49: 569–594.
- ŚWIŁO M., NIEDŹWIEDZKI G. & SULEJ T. 2014 – Mammal-like tooth from the Upper Triassic of Poland. Acta Palaeont. Pol., 59.
- ZNOSKO J. 1955 – Retyk i lias między Krakowem a Wieluniem. Pr. Państw. Inst. Geol., 14: 1–146.

Praca wpłynęła do redakcji 4.07.2014 r.  
Akceptowano do druku 5.12.2014 r.